EL ROL DE LAS PROPIEDADES DE ALGUNAS RELACIONES ENTRE NÚMEROS DURANTE EL APRENDIZAJE DE LA SECUENCIA NUMÉRICA,

ENTRE NEUROCIENCIA COGNITIVA Y MATEMÁTICA EDUCATIVA

Ma. Herlinda C. Martínez de la Mora.

CINVESTAV.

Dr. Ricardo Quintero Zazueta.

CINVESTAV.

hmartinez@cinvestav.mx, Quintero@cinvestav.mx

Este avance de investigación se enfoca en dilucidar como se "configura" el sustrato neuronal de la entidad matemática, secuencia numérica, generada por el proceso de aprendizaje, en tanto efecto de ejercitación en tareas específicas. La referencia documental de la población es con niños de 7 años de edad. Diferentes teorías han intentado esclarecer el aprendizaje de la secuencia numérica, sin lograr dar aún una plena explicación respecto a su significación, aprendizaje y soporte neuronal. La investigación aquí expuesta es una contribución al análisis del procesamiento neuronal de la secuencia numérica y el tipo de tareas que propician aprendizaje, en las cuales se destaca el rol de las propiedades de equivalencia de algunas relaciones numéricas, y las propiedades conmutativa, distributiva, y asociativa de la adición. Aquí se propone, mediante un análisis documental que: tareas que ostentan relaciones numéricas generan entramados en regiones neuronales específicas que dan soporte a la secuencia numérica.

Palabras claves: Secuencia numérica, relaciones numéricas, procesamiento neuronal, propiedades numéricas.

Introducción

El distintivo de esta investigación es un cambio de perspectiva, efectuado por el análisis documental de dos ámbitos, Neurociencias Cognitivas y Matemática Educativa. Dilucidar algunos aspectos fundamentales del aprendizaje de la secuencia numérica es el propósito que se persigue. Para ello se efectua una investigación documental y analítica. Tanto en Matemática Educativa, como en Neurociencias Cognitivas, hoy se tiene un acervo amplio y diverso de datos respecto a la secuencia numérica. En el ámbito educativo hay registros del tipo de comportamiento que presentan los niños al aprender este tópico, y en Neurociencias Cognitivas en años recientes han proliferado experimentos que proporcionan datos sobre algunas regiones neuronales que se activan al procesar números. Aunado a ello, hay también propuestas de modelos que plantean explicaciones referentes a este tema. Esta investigación se enfoca en la secuencia numérica. De ella, en el ámbito educativo, hay consenso en que el significado del cardinal se logra una vez aprendida la sucesión de palabras-número articulada a cantidades especificas, este frecuentemente, descrito “como el último de la colección”. A diferencia de tal planteamiento, aquí se destaca que el aprendizaje de las entidades numéricas que conforman la secuencia, tienen su fundamento en las propiedades de ciertas relaciones numéricas; reflexiva, transitiva, simétrica, conmutativa, distributiva, y asociativa, ya que estas dotan de significado al ordinal y al cardinal como entidades de la secuencia numerica. Y ello, implica un requerimiento de aprendizaje particular para lograr tal significado, ceñido a las relaciones presentes en la secuencia numérica, ya que, estas no están dadas por el simple aprendizaje de la sucesión y adicion unitaria. Cabe señalar que el presente trabajo hace alusión únicamente a las relaciones aditivas, las relaciones multiplicativas requieren un tratamiento específico del que no se da cuenta aquí. Se presentan a continuación algunos de los modelos de procesamiento del número que actualmente, tanto en el ámbito educactivo como en Neurociencias Cognitivas tienen relevancia.

Modelos del Procesamiento Numérico

Para colocar en perspectiva el análisis que se realizará es necesario hacer referencia a varias propuestas teóricas que han descrito la funcionalidad del número y la secuencia numérica que le es inherente. Se comienza aquí con uno de los modelos que han tenido bastante divulgación en el ámbito de las neurociencias planteado por Stanislas Dehaene quien propone un modelo llamado del Triple Código. A continuación reseñamos los tres sistemas que componen el modelo.

Sistema de cantidad: Constituye el primer sistema que el autor describe como una representación semántica no verbal, en dónde la representación analógica de las magnitudes numéricas o cantidades se despliega como distribución de activación sobre una línea mental, lo cual implica relaciones entre números de tamaño y distancia. Este sistema, propone el autor, se ubica en el lóbulo parietal particularmente en el segmento horizontal de surco intraparietal (IPS) de los dos hemisferios cerebrales (Dehaene, 1992; Dehaene & Cohen; 1996, citados por Dehaene, Piazza, Pinel, & Cohen, 2003). Tal sistema genera una representación difusa del número aproximado, que aprehende las interrelaciones entre diferentes numerosidades

Sistema de procesamiento verbal de los números: El segundo sistema se distingue de los otros porque está dedicado al procesamiento verbal de los números, esto es en un formato léxico, fonológico y sintáctico, muchas veces aludido como secuencia de palabras-número. Las áreas neuronales que se activan para procesar esta modalidad probablemente dependen del lóbulo frontal y lóbulo temporal (Dehaene, 1992, citado por Hubbard, Piazza, Pinel & Dehaene, 2005) y añaden, pormenorizando, a la circunvolución angular (GA) en conexión con la región perisilvana del hemisferio izquierdo, (Dehaene, 1992; Dehaene & Cohen; 1996, citados por Dehaene, et al., 2003).

Procesamiento visual del sistema numérico: El tercer y último código implicado es el correspondiente al formato visual, aquí los números son representados como cuerdas de numerales arábigos. El autor sugiere que este último es procesado por la sección ventral-occípito-temporal de ambos hemisferios (Dehaene, 1992; Dehaene & Cohen; 1996, citados por Dehaene, et al, 2003).

En este modelo el sistema de cantidad ocupa un lugar preponderante para el aprendizaje, de hecho ubica en la zona dedicada a este sistema la sede de la abstracción numérica, entiende por ello la abstracción como tamaño. Así lo expresa Dehaene et al.: "[De] Los adultos se puede decir, que depende de una representación abstracta del número, si su comportamiento depende sólo del tamaño de los números implicados, no de un significado verbal o no verbal que lo denote" (1998, citado en Cohen & Walsh, 2009 p.313). La referencia a estos datos es fundamental, ya que se identifica en el IPS la sede de la semántica numérica, lo cual nos permitirá aludir en el análisis a la participación de esta región neuronal en el procesamiento de la secuencia numérica.

Aunado a ello, Nieder y Dehaene argumentan que el aprendizaje de las palabras-número conduce a la emergencia de nuevas representaciones numéricas que podría ser exacta y cuyo significado estaría basado en la información ordinal implicada en la secuencia numérica. Esta representación exacta podría entonces conectarse con el Sistema Numérico Aproximado (ANS) y este mapeo podría contribuir al aumento de precisión del ANS. Los autores destacan aquí el contenido semántico de la secuencia en el orden aportado por las palabras-número, lo cual es un punto de análisis que se abordará en el apartado de discusión.

> Nieder y Dehaene expresan la idea de la siguiente manera: "Guiados por la facultad del lenguaje, los niños aprenden a usar símbolos numéricos como herramientas mentales durante la infancia. Para hacer uso de los signos como símbolos númericos, a través de procesos de aprendizaje, un paso necesario (lo que no significa suficiente) [implica] asociaciones a largo término con los signos inicialmente sin significado (los cuales más tarde devienen en numerales) y es entonces que se puede establecer la semántica inherente a la categoría numérica" (Nieder & Dehaene, 2009, p. 197).

Hay otro modelos, aunque actualmente menos aludidos, pero que en su momento tuvieron influencia para generar otras propuestas, tal es el caso del Modelo de Meck & Church (1983, citados en Nieder &Dehaene, 2009), y el presentado por Mc Closkey quien desarrollo una propuesta teórica denominada Modelo Modular Abstracto.

McCloskey asumió la magnitud numérica abstracta como representación y esta como función de potencias de diez. Sin embargo, la representación semántica numérica abstracta que propone el autor está fundamentada en el formato proposicional, no por su contenido cuantitativo (McCloskey et al., 1985, citado por Pesenti, 2009). Cabe también mencionar el planteamiento de Fias et al. quienes ubican el procesamiento ordinal abstracto en el IPS izquierdo (Fias, Lammertyn, Caessens & Orban, 2007; citados en Ansari 2008).

Ello con cierta concordancia con el procesamiento numérico simbólico planteado por D. Ansari quien sugiere, con algunos datos sustentados en experimentos con imágenes por resonancia magnética funcional (fMRI) que hay una representación abstracta del orden numérico en el IPS y este autor se pregunta ¿Qué tanto la activación del IPS solamente refleja el procesamiento de la magnitud? (Ansari, 2008). Mientras para Stanislas Dehaene el núcleo del procesamiento numérico se localiza en el IPS, este soportado por la metáfora de la línea numérica mental. Ansari cuestiona esta posición, y señala para ello la representación abstracta del orden numérico, haciendo énfasis entre el sistema simbólico escrito y el lenguaje. Y señala la participación del GA en el cálcuo.

Hay otra propuesta sostenida por K. Fuson cuyo foco se centra sobre todo en el lenguaje. Tal propuesta merece atención por el tipo de racionalidad que desarrolla la autora respecto al procesamiento numérico. Ya que, esta actualmente tiene repercusión en el ámbito de las Neurociencias Cognitivas.

Karen Fuson hace una categorización respecto al significado y el uso progresivo de las palabras-número y de ahí distingue siete contextos diferentes. Ella menciona que tres de estos contextos son matemáticos: el primero es el cardinal, este indica la totalidad de un conjunto de entidades discretas; el contexto ordinal, la palabra-número alude a un elemento y describe la posición relativa de ese elemento en una colección ordenada; y un contexto de medida (Fuson, 1990). La autora distingue otros dos contextos como útiles culturales. Ellos garantizan el uso justo de las palabras-número en los contextos antes mencionados. Ellos son el contexto de secuencia y de conteo.

Para la autora el conteo juega un rol importante en la construcción del número, sin embargo reconoce que este, por sí mismo, es insuficiente para dar fundamento a la construcción del número. La autora añade que está presente una ambigüedad cuando un pequeño estudiante "piensa" las situaciones numéricas, particularmente con la palabra ordinal, dado que frecuentemente se utiliza tal palabra con tres diferentes usos de la palabra número; como secuencia, conteo o número ordinal. "Un número ordinal refiere un contexto donde las entidades son ordenadas (como en una fila a la espera) y este número sitúa la posición relativa de una entidad designada" (Fuson, 1990, p.161).

Cabe aludir a algunos pormenores con los que discurre la autora su argumentación sobre el ordinal, la secuencia numérica y la alusión que hace a las relaciones derivadas de tal orden. Ahí es pertinente destacar como separa el significado inicial del orden como no cuantitativo porque es uno de los aspectos en los que se propondrá otra explicación. El contexto secuencial permite enunciar las palabras número en su orden estándar, " Este orden crea ciertas significaciones en la serie de palabras-número y ciertas relaciones derivan del orden correcto solamente. Pero estas significaciones como las que derivan de toda lista ordenada (las letras del alfabeto o los meses del año) no son inicialmente cuantitativas" (Fuson 1990 p.162).

En síntesis, Fuson integra la secuencia, el conteo y cardinal de la siguiente manera: la secuencia de números enunciados sin error, el establecimiento de correspondencias exactas entre las palabras número y los objetos, y el conocimiento de la regla de la última palabra número, (dado por el énfasis puesto en esta última palabra). La explicación que hacen; Nieder & S. Dehaene, D. Ansari, Fuson en relación a la participación del lenguaje en la creación de significado del signo como símbolo númerico, es uno de los aspectos en los que se difiere y se plantearán algunos pormenores en la discusión.

Gelman & Gallistel (1978, citado por Siegler, 2003) con un enfoque diferente destacan cinco principios del conteo. El principio; de correspondencia uno a uno, de orden estable, de cardinalidad, de irrelevancia del orden y el de abstracción. Los dos primeros principios, según estos autores, emergen en niños desde la edad de dos años, respecto a conjuntos restringidos a dos o tres elementos. La asociación numeral-objeto genera el principio de correspondencia uno a uno, en cuanto al principio de orden estable, refiere el orden en la secuencia de numerales. El principio de cardinalidad, lo observan más tarde, alrededor de los tres años e indica el último de los objetos contados en una colección. El principio de irrelevancia del orden es ya muy descriptivo, dada una colección, el orden en el que son contados los objetos es irrelevante. El principio de abstracción alude a un atributo a aplicar en cualquier tipo de conjunto.

Como se ha observado, en las diferentes aproximaciones al estudio de la secuencia numérica y su aprendizaje, para crear el significado secuencial y por ende del orden, se atribuye este a la participación de la sucesión de palabras-número. Con lo cual se ubica al número en su posición relativa con otros números. Al respecto hay un amplio consenso como se expuso en las referencias anteriores.

Sin embargo, para dirigirse hacia otra forma de plantear la generación de significado de la secuencia numérica se requiere presentar ejemplos sobre algunas relaciones numéricas. Lo cual permitirá en la discusión desarrollar la disquisición de la participación de propiedades de orden en las relaciones numéricas aditivas y las propiedades conmutativa, distributiva, y asociativa de la adición durante el aprendizaje de la secuencia numérica. El siguiente tema aborda brevemente algunos ejemplos, en los cuales se hace evidente precisamente la necesidad de aprender mediante ciertas tareas las relaciones numéricas aditivas. Aunado a ello, al ostentarse estas relaciones se involucra necesariamente el empleo de las propiedades numéricas mencionadas.

El aprendizaje de relaciones numéricas aditivas, algunos ejemplos.

Ed Labinowicz, en la década de los ochentas del siglo pasado realizó una investigación durante un año con alumnos de 1°, 2° y 3° de educación primaria en Estados Unidos, en el que registra situaciones de enseñanza y apendizaje del pensamiento numérico. Un tópico que es particularmente pertinente para el análisis a efectuar aquí fue denominado por Labinowicz como "construcción de la igualdad matemática", este tema lo investigó específicamente con niños de siete años de edad que cursaban el 2° grado. De ahí se seleccionaron las siguientes tareas y comportamientos de los estudiantes que el autor registra.

Ejemplo 1: Se presenta escrita la siguiente afirmación: 7 = 5 + 2. Y se solicita a los estudiantes leerla, y enseguida se les muestra 7 = 4 + 3 y se les pide expresar si ella es correcta o no lo es. El tipo de respuestas de los alumnos muestran las dificultades que enfrenatan para dar sentido, se ejemplifican enseguida algunas soluciones; "No puedo hacerlo", "sí, es correcto pero esta al revés", "7 – 4 + 3", "tiene que ser 2 + 5 = 7", "no, es equivocado … 5 + 2 = 7 ó 2 + 5 = 7 es correcto", "7 – 5 = 2".

Ejemplo 2: Cabe indicar que el autor también refiere algunas dificultades de los estudiantes con la expresiones 7 = 7 y 5 + 4 = 4 + 5, para dotar de significado a las expresiones se poponen tareas con manipulación de objetos (dulces y chocolates) y pesas, con tales tareas los niños dan sentido a este tipo de igualdades.

Ejemplo 3: En un episodio posterior, otra tarea que plantea a los estudiantes el investigador es la siguiente "mira cada una de las expresiones y di si puedes encontrar alguna conección como están todos relacionados o conectados; 9 = 9, 1 + 8 = 9, 5 + 4 = 9, 1 + 8 = 5 + 4 ". El autor pormenoriza diferentes comportamientos de los niños en los que se observan dificultades. En el seguimiento que se da a la tarea llegan al siguiente planteamiento; 5 + 3 = 6 + 2 = 8, y si eso es correcto ¿Qué otra cosa se podría poner aquí , 5 + 3 = 6 + 2 = [señalando el lugar del resultado] y todavía será verdad? Labinowicz menciona que después hay una larga pausa, y registra dos comportamientos. Uno de ellos es 4 + 4. El otro, después que la niña "reconoce" que se podría hacer para siempre, anota: 8 = 4 + 4 = 6 + 2 = 7 + 1 = 5 + 3 = 4 + 4 = 8 + 0 = 2 + 3 + 3 = 1 + 4 + 3 = 2 + 2 + 2 + 2 = 3 + 2 + 1 + 2 (Labinowicz, 1985).

Se discurrirá en el siguiente apartado que para lograr una comprensión cabal de la secuencia numérica se necesita ostentar, mediante diferentes tareas, las propiedades de las relaciones numéricas; conmutativa, distributiva, y asociativa de la adición y algunas del orden, los ejemplos precedentes nos aportan información sobre la insuficiencia de haber aprendido la sucesión aditiva para dar contenido semántico a la secuencia numérica.

Discusión

A diferencia de Fuson quien centra su clasificación en el significado que tienen los estudiantes con respecto de la transición de las palabras-número al cardinal como un entero completo. Aquí se centra la atención en dilucidar como la entidad matemática, secuencia numérica, se "configura" durante el aprendizaje y como es que este último desencadena la generación de entramado neuronal.

Para iniciar se requiere comenzar por distinguir el uso diferenciado que hace un niño de una cantidad aislada y singular, relacionada directamente con el objeto contado, de la entidad matemática denominada número discreto (Martínez, 2015) y, además, dilucidar la relación entre las propiedades numéricas: reflexiva, transitiva, simétrica, conmutativa, distributiva, y asociativa, así como su vínculo con la secuencia numérica, durante el aprendizaje.

Una vez elaborado el entramado neuronal que da soporte a la regularidad aditiva unitaria y su subsecuente conexión con el signo indo-arábigo, se puede plantear que el niño cuenta con un sustrato neuronal que da significado al "aumento de uno". En este momento, se tienen tres características dadas por la propia formación, tal formación como precisiones concatenadas, ellas son: se comienza a contar en el uno (pues el antecedente es una cosa para contar. Durante comportamientos posteriores, al reunir dos colecciones se comenzará por alguno de los sumandos o mejor aún, por el mayor de ellos), hay una dirección para continuar el conteo, y la tercer característica es que que el siguiente es uno más. Es necesario hacer esta pormenorización, por que en lo sucesivo para hacer diferentes relaciones numéricas, tales características se harán evidentes en los "juicios" que el estudiante muestra.

Como se ilustra en los ejemplos aportados por Labinowicz es necesario cierto replanteamiento respecto a la orientación del aumento, como se mostró en el ejemplo 1, dado que, los alumnos ahí muestran desconcierto y califican como erróneo por estar el "resultado" del lado izquierdo del signo igual. Se propone, que ello se puede atribuir al entramado neuronal que se elaboró durante la formación de precisiones concatenadas, ya que, este se formó con una cierta orientación. Aunado a ello también los niños muestran desconcierto ante 7 = 7, correspondiente al ejemplo 2, porque se han entrenado en la reunión de colecciones y a primera vista, los niños no pueden dar sentido, así la propiedad reflexiva no es evidente para el niño hasta que se ostenta. El ejemplo 3 es particularmente relevante por lo siguiente; una de las respuestas atiende únicamente a plantear una solución: 4 + 4 y se responde así a la solicitud hecha por el investigador, mientras que la otra solución propuesta da evidencia del dominio de relaciones numéricas aditivas que ha logrado: 8 = 4 + 4 = 6 + 2 = 7 + 1 = 5 + 3 = 4 + 4 = 8 + 0 = 2 + 3 +

3 = 1 + 4 + 3 = 2 + 2 + 2 + 2 = 3 + 2 + 1 + 2. En ellas se observa el empleo tácito de las propiedades numéricas: conmutativa, distributiva, y simétrica, transitiva de la adición.

Entonces aquí, se sostiene que aprender la secuencia numérica implica el dominio de relaciones numéricas, y que es insuficiente contar unicamente con la sucesión aditiva unitaria. Ya que para lograr una comprensión cabal de tal secuencia es necesario ostentar, mediante diferentes tareas las propiedades de las relaciones numéricas de equivalencia y de la adición: conmutativa, distributiva, y asociativa.

Las operaciones de la adicion y sustracción son referidas en el ámbito educativo como algoritmos, que tratados aisladamente simplemente inciden en un aprendizaje de tipo memorístico y mecánico, despojado de significación, lo cual no aporta mayor sentido a la comprensión de la entidad matemática secuencia numérica. Sin embargo, cuando tales operaciones se redimensionan como contenido útil para la comprensión de las relaciones implicadas en la secuencia numérica, estas son un tópico escasamente atendido y decididamente necesario.

Es necesario aprender diferentes relaciones numéricas (en una primera etapa, aditivas) porque el significado que vehiculará el signo indo-arábigo esta acotado precisamente por las relaciones con los otros números, como se observa en los ejemplos expuestos en la investigación de Labinowicz donde se muestra que el aprendizaje de algunas relaciones dan significado al signo 8; dado que este es tambien 4 + 4 ó 2 +2 + 4.

En esta etapa temprana del aprendizaje de la secuencia numérica, es cuando las propiedades de las relaciones numéricas; conmutativa, distributiva, y asociativa de la adición, y las de equivalencia, se ostentan y en tanto tales dan cuenta de la estructura numérica no evidente cuando hay operaciones aditivas tratadas solamente como algoritmos aislados. Tales propiedades regulan las relaciones numéricas. Este tipo de relaciones no está dado al comienzo, cuando los niños pequeños pueden entregar una determinada cantidad. Como se observa en los ejemplos aportados por Labinowicz, este tipo de relaciones se aprenden con ciertas ejercitaciones de composición y descomposiciones numéricas en donde cabe destacar que el tipo de tareas que propone el autor exhiben las relaciones entre las entidades numéricas. No ocupa algorimos aislados, los vincula por sus relaciones. Con ello, las propiedades mencionadas no solamente se aplican también se elabora el entramado neuronal que les da soporte.

En este sentido se marca la diferencia profunda del aprendizaje de la secuencia numérica planteada en el ámbito educativo por autores como Fuson, Gelman y Gallistel, y en el área de Neurociencias Cognitivas también difiere de los planteamientos de Ansarí y Nieder & Dehaene. El aprender la secuencia numérica por sus relaciones implica necesariamente generación de entramado neuronal ya que por su condición de ser una actividad de aprendizaje genera conectividad neuronal. Se sugiere específicamente entre el IPS y el GA, e intra IPS.

El fundamento se plantea entonces en la generación del entramado neuronal producto de la ejercitación con tareas que exhiben las relaciones numéricas, con lo cual se da soporte al significado de la secuencia numérica. La tarea que realizan los alumnos, al demandar activaciones de cálculo simbólico, activa el GA y al hacer alusión a las relaciones entre las entidades numéricas se activa el IPS, en tanto este es la sede de la semántica del numero. Se sugiere, que con estas tareas el entramado neuronal intra-IPS se modifica pues se generan conectividades por la ostentación de relaciones que antes eran inexistentes.

Es entonces, con el entramado neuronal elaborado en el IPS y su conectividad con el GA y sólo entonces, cuando las propiedades de las relaciones numéricas se despliegan. En este sentido, no es que el orden preceda al cardinal, en tanto definen las relaciones numéricas posibles, ambas están presentes desde la etapa básica, en este momento aún ceñidas a la aditividad unitaria. Se requerirá de ejercitaciones posteriores con otras tareas que involucran el valor de posición, para incluir otros aspectos de dichas propiedades no presentes aún en el tratamiento aditivo, con su respectivo entramado neuronal que le de soporte.

Otro ejemplo ilustrativo de las diferencias profundas en estos dominios entre simplemente la sucesión aditiva y las relaciones implicadas en la secuencia numérica es el proporcionado por Hanna Slövin. Ella presenta el caso de un niño quien explica que mientras hay cuatro relaciones para las desigualdades hay solamente dos para las igualdades, se puede decir que este niño está con suficiente dominio de las relaciones numéricas aun solamente en la formulación aditiva, y que emplea para ello nociones de entidad discreta que subyacen a esas relaciones. El niño notó lo siguiente; Si hay desigualdad entonces tu puedes escribir cuatro declaraciones, Si hay igualdad, puedes escribir únicamente dos" (Jamal, 2003, citado por Slovin, 2010-2011) Declaración de desigualdades: V>M, M<V, V‡ M, M‡ V. Declaración de igualdades: G = T T = G.

Una entidad numérica discreta se distingue por las relaciones entre otras entidades de la misma índole. En el ejemplo se muestran relaciones del número ordinal. Para establecer tales relaciones se requiere necesariamente tener ese entramado neuronal que da soporte a la secuencia numérica para poder efectuar tal distinción. Cabe indicar que en el ejemplo mostrado, las relaciones que señala el alumno no se ciñen solamente al fundamento aditivo, él se ha ejercitado en tareas que implican multiplicación y literales, sin embargo la intención de presentarlo aquí es atender a la descripción que el alumno realiza de las relaciones numéricas que él logró a discernir. Son relaciones en consonancia con las propiedades númericas que se han mencionado, en tanto el niño efectúa algunas operaciones que implican tales propiedades.

Tanto Fuson como Gelman y Gallistel en sus planteamientos suponen que la secuencia en tanto orden precede al cardinal, este es enfatizado como "el último de la colección". A diferencia de ellos, y en el orden de ideas que se ha desplegado, se sostiene aquí que es prematuro denominar al último de la colección como número cardinal, este como tal requiere cumplir con ciertas propiedades de las relaciones numéricas.

En conclusión, aprender la secuencia numérica en tanto estructura no se logra solamente con el aprendizaje de la sucesión unitaria aditiva, ya que las relaciones numéricas, aún las simplemente aditivas, necesitan ostentarse y ejercitarse para paulatinamente responder de acuerdo con las propiedades numéricas de las que se ha dado cuenta. Estas relaciones gobernadas por dichas propiedades, no están dadas durante el aprendizaje de la reiteración aditiva unitaria.

Referencias

Ansari, D. (2008). Effects of development and enculturation on number representation in the brain. *Nature Publishing Groupe . 9.* 278-291. Abril Doi: 10.1038/nrn2334

Cohen, K., & Walsh, V. (2009). Numerical representation in the parietal lobes: Abstract or not abstract? *Behavioral and Brain Sciences 32*, 313-373. Doi: 10.1017/S0140525X09990938.

Dehaene, S., Piazza, M., Pinel, Ph., Cohen, L. (2003). Three parietal circuits for number processing. *Cognitive Neuropsychology 20* (3/4/5/6) 487-506. Doi: 10.1080/02643290244000239.

Feigenson, Lisa, Dehaene, Stanislas & Spelke Elizabeth, (2004). Core systems of number. *Trends in Cognitive Sciences* (8) 7 ElSEVIER

Fuson, Karen (1990). Relations entre comptage et cardinalité chez les enfants de 2 a 8 ans. En J. Bideau, CI. Meljac, J.P. Fischer (Eds.) *Les Chemins du nombre*. Press Universitaires de Lille.

Labinowicz, Ed (1985). From Children. New Beginnings for Teaching Numerical Thinking, A Piagetian Approach. *Addison-Wesley Publishing Company*, USA y Canadá.

Martínez de la Mora, M. H. C. (2015, Mayo). De la estimación aproximada de la magnitud a la conformación de la precisión, base del valor discreto numérico. Perspectiva desde dos campos del conocimiento. Neurociencias y Matemática Educativa. *XIV Conferencia Interamericana de Educación Matemática.* CIAEM, Chiapas México.

Nieder, A. & Dehaene, S. (2009). Representation of Number in the Brain. *The Annual Review of Neuroscience is online*, 32 (185–208). doi: 10.1146/annurev.neuro.051508.135550

Pesenti, Mauro & Andres, Michael (2009). Common mistakes about numerical representations doi:10.1017/S0140525X09990835

Siegler, R.S. (2003). Implications of Cognitive Science Research for Mathematics Education. En J. Kilpatrick, W. B. Martin & D.E. Schifter. (Eds.), *A research companion to principles and standards for school mathematics* (219 – 233). Reston, V. A: National Council of Teachers of Mathematics.

Slovin, H.,(2010-2011). Revelations from counting: a window to conceptual understanding. *Investigations in Mathematics Learning. Official Journal of the Research Council on Mathematics Learning*. (3) 2. USA.